

# 대전입자형 디스플레이의 구동특성

이동진\*, 김인호\*, 김영조\*  
\*청운대학교 전산·전자공학과  
e-mail: dongjin.lee7@gmail.com

## Driving Characteristics of ChargedParticles Type Display

Dong-Jin Lee\*, In-Ho Kim\*\*, Young-Cho Kim\*  
\*Dept of Computer Science and Electronics, ChungWoon  
University

### 요 약

본 논문에서는 대전입자형 디스플레이에 인가된 펄스에 따라 운동하는 대전입자(토너)를 광학적인 관측과 전기적인 측면에서 관찰하였으며, 증폭되는 펄스에 따라 변화하는 대전입자의 응답속도를 측정하여 대전입자의 구동특성을 분석하였다.

### 1. 서론

최근 정보통신기술의 발전과 정보화에 따라 일상의 어디에서든지 정보를 수집하고 보낼 수 있는 단말기가 보편적으로 보급되었다. 그러나 안정적으로 전압이 공급하고 이동하는 동선이 한정적인 집안에서와는 달리, 휴대용 단말기는 공공장소 및 회사등 불특정 다양한 장소들을 이동하면서 사용하는 특성 때문에 단말기의 경량화, 저전력소모가 요구된다. 특히, 화상을 표시하는 디스플레이장치는 단말기에서 전력소모가 가장 크고 무게에 직접적으로 영향을 주는 요소이다. 이를 해결하기위해 다양한 기술접목과 기술개발이 이루어졌으며, 그 대표적인 예로 반사형 디스플레이가 있다.

반사형 디스플레이는 기존의 자체발광 또는 백라이트를 통해 화상을 표시하는 방식과는 달리 외부에서 비쳐지는 광원에 의해 화상을 표시하며, 그로인하여 저전력 화상표시가 가능하고, 모듈의 경량화, 생산비용 저감의 효과를 가진다. 특히, 패널에 플라스틱 기판을 사용하여, 휴대가 용이한 플렉시블 디스플레이가 가능하다. 반사형 디스플레이는 화상을 표시하는 구동 기술과 재료에 따라 다양한 산업분야

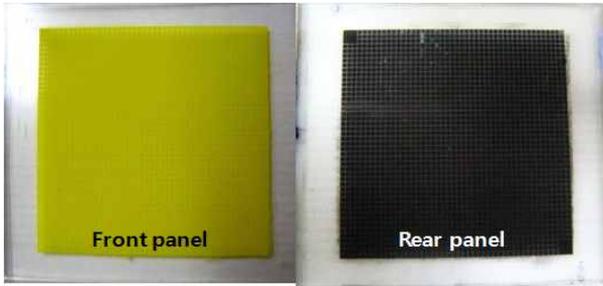
에 응용할 수 있다.

반사형 디스플레이는 다양한 시각과 기술적인 측면에서 접근이 이루어지고 있으며, 특히 상용화가 가장 근접하고 기술적으로 뛰어난 디스플레이로 대전입자형 디스플레이가 있다.

대전입자형 디스플레이는 빠른 응답속도를 지니고 있어 계조표현에 유리하며, 동영상 구현이 가능하다. 또한, 높은 메모리효과로 인하여 별도의 소비전력 없이도 최종 구현된 이미지를 장시간 유지할 수 있으며, 다른 반사형 디스플레이에 비하여 높은 대조비를 가지고 있다. 그러나 입자의 상/하판 전극에 이동하여 화상을 표시하는 메커니즘에 대한 연구는 이루어진바 없었다. 따라서 본 연구에서는 대전입자의 응답시간을 이용하여 입자의 구동메커니즘에 대해 조사해보고자 한다.

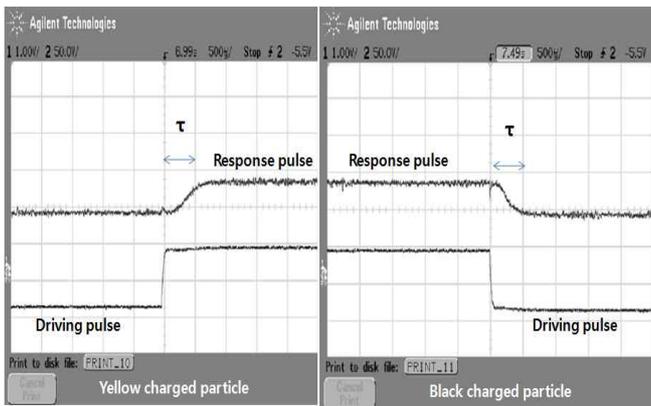
### 2. 실험

본 연구에서는 토너타입의 양전하를 띠는 검은색 대전입자(토너)와 음전하를 띠는 노란색 대전입자(토너)를 사용하여 그림 1과 같이 전극이 형성된 상판과 하판에 주입하여, 패널을 제작하였다.



[그림. 1] 상/하판에 주입된 대전입자.

패널제작이 완료되면, 패널의 상판과 하판에 형성된 전극패드에 전압인가를 하였으며, 전압인가 시 운동하는 대전입자의 특성을 광학 현미경으로 확인 후 응답속도와 패널표면에 반사되는 반사율을 측정하였다. 이때, 대전입자의 응답속도는 레이저와 포토다이오드를 사용하여 측정하였으며, 그림 2는 포토다이오드를 통해 측정된 펄스를 오실로스코프로 출력한 사진이다.



[그림. 2] 오실로스코프로 출력된 구동펄스와 응답펄스.

### 3. 결과 및 토의

#### 3.1. 인가펄스에 따른 대전입자의 운동변화.

패널에 전압을 인가하여 광학현미경으로 대전입자의 운동특성을 확인한 결과, 35V에서부터 대전입자의 움직임을 나타내는 것을 확인하였다. 그리고 상판에 양의 전압을 공급하면, 상판에 charge된 노란색 대전입자는 하판으로 전극으로 이동하였으며, 노란색 대전입자에 근접된 검은색 대전입자는 노란색 대전입자와 달리 상판의 전극으로 운동하여 charge되는 것을 확인하였다. 35V~45V에서 운동하는 대전입자를 확인한 결과, 노란색 대전입자는 스스로 운동한 반면에, 검은색 대전입자는 노란색대전

입자에 근접한 후 전극과의 간격이 가까워질 때 이탈하는 것을 확인하였다. 50V~60V에서는 노란색 대전입자들이 가장 활발히 운동하였으나, 일부 검은색 대전입자가 다수 charge된 노란색 대전입자는 운동하지 못하거나 인접한 대전입자가 운동 시 부딪치는 마찰에 의해 검은색 대전입자들이 떨어진 후에야 운동하는 것을 확인하였다. 60V이후에서부터는 일부 검은색 대전입자들이 스스로 운동하기 시작하였으며, 80V에서 절반이상의 검은색 대전입자가 운동을 시작하여 100V~110V에서 대부분의 검은색 대전입자들이 가장 활발히 운동하는 것을 확인하였다. 그러나 노란색 대전입자는 60V 이후에 격벽과 상판에 overcharge가 되거나 인가전압이 높아짐에 따라 breakdown이 되는 노란색 대전입자가 증가하는 것을 확인하였다. 검은색 대전입자도 90V이상의 전압에서 over charge현상이 발생하여 110V이상의 전압에서는 그 현상이 급격히 증가하고 breakdown이 되는 것을 확인하였다. 이 실험의 결과를 종합하였을 때, 노란색 대전입자가 검은색 대전입자보다 구동전압이 낮다는 것을 확인하였다.

#### 3.2. 인가펄스에 따른 응답속도변화.

인가한 펄스에 따라 측정된 대전입자의 응답속도가 변화되는 것을 확인하였으며, 식 1과 2를 기초로 하여 구동특성을 해석하였다.

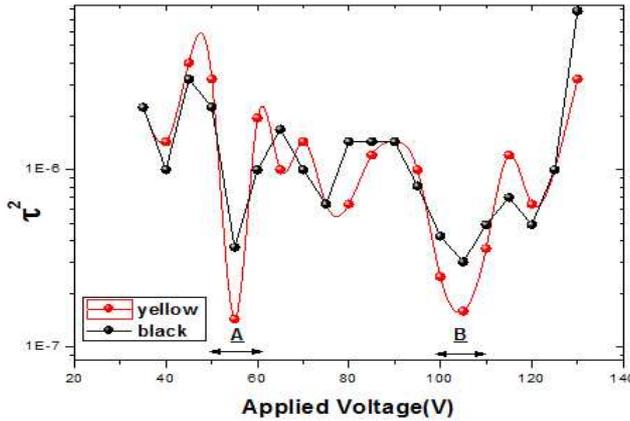
$$\therefore E_p = qV \propto \frac{1}{2} m V^2 = Ek \quad \text{— 식 1}$$

$$\therefore \tau^2 \propto d^2 \cdot \frac{2m}{qV} \quad \text{— 식 2}$$

위 식을 대입하면, 질량이 크면, 응답속도가 느려지고 전하가 크면 응답속도가 빨라진다는 것을 확인할 수가 있다. 또한, 동일한 전하량을 지닌 입자에 구동전압이 높아지면, 응답속도가 빨라진다는 것을 확인할 수 있다. 그림 3은 대전입자가 증가되는 전압인가에 따라 변화하는 응답속도를 측정하여, 측정된 응답속도 데이터를 위의 수식을 대입하여 나타낸 그래프이다. 측정된 응답속도는 증가되는 인가전압에 따라 불규칙적으로 변화하였으며, 노란색대전입자가 주도적으로 운동하는 그림 3의 A지점에서 응답속도가 가장 빨랐으며, A지점의 대조비가 전체적으로 가장 높았는 것을 확인하였다. 그리고 A지점 이후에는 대전입자의 응답속도가 불규칙으로 운동하다가 검은색 대전입자가 주도적으로 구동되는 B지점

에서 A지점 다음으로 응답속도와 대조비가 높았다는 것을 확인하였다. 이 데이터를 식에 대입하여 노란색 대전입자와 검은색 대전입자의 전하량이 다르고 그로인하여 구동전압이 다르다는 사실을 확인하였다.

[3] M.Omoani, "Flexible Display are Expected to Create Novel Fields for Visual information," J. of the institute of image information and Television Engineer 1256-1261(2005).



[그림. 3] 인가전압에 따른 대전입자의 응답속도 평가

#### 4. 결론

본 연구를 통하여 대전입자는 전하량이 클수록 응답속도가 빠르고, 구동전압이 낮다는 사실을 확인하였으며, 화상을 표시하는 흰색 대전입자와 검은색 대전입자간에 전하량차가 존재하는 사실을 확인하였다. 따라서 대전입자형 디스플레이의 이상적인 구동을 위해서는 대전입자의 전하량에 따른 적정 전압을 인가하여만, overcharge현상과 breakdown등의 문제를 해결할 수 있다고 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2008년 소재원천기술개발사업(과제번호M20070100131)지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] R.Hattori, S.Yamada, Y.Masuda, N.Nihei and R.Sakurai, "Ultra Thin and Flexible Paper-Like Display using QR-LPD Tehnology," DIGEST O4,oo. 136-139(2004).
- [2] Takashi Kitamura, "Electronic Paper Based on particle Movement Electrophoretic and Toner Display."IDW 06, pp.587-589(2006).